

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
12. Juni 2003 (12.06.2003)

PCT

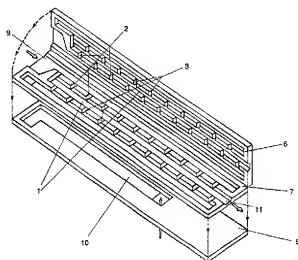
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 03/047736 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: B01F 13/00, (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
5/04, 5/06 US): ACCORIS GMBH [DE/DE]; Heidenstrasse 1, 98693  
Ilmenau (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP02/13854 (72) Erfinder; und  
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SCHWESINGER,  
Norbert [DE/DE]; Sturmheide 10, 98693 Ilmenau (DE).  
BURGOLD, Jörg [DE/DE]; Stadtilmer Strasse 39, 98704  
Gräfinau-Angstedt (DE).
- (22) Internationales Anmeldedatum: 6. Dezember 2002 (06.12.2002)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 101 59 985.4 6. Dezember 2001 (06.12.2001) DE (81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: MICROEMULSIFIER

(54) Bezeichnung: MIKROEMULGATOR



(57) Abstract: The invention relates to a microemulsifier, especially for a high mass flow of fluids to be mixed. Said microemulsifier comprises a plurality of microstructured plates (6, 7, 8), disposed one on top of the other, with at least two flow channels for guiding the fluids which extend substantially perpendicular to each other. Said flow channels meet at at least one mixing point. A main flow channel (1) is provided at the outlet (11) of which the fluid mixture produced by it is discharged. A plurality of tributary flow channels (2, 3) lead to the main flow channel (1) in a substantially perpendicular orientation thereto and configure a plurality of mixing points (4) disposed in the main flow channel. When the fluid is fed to the main flow channel in the area of the mixing points (4) via the tributary flow channels (2, 3), a turbulence in the fluids is produced.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Mikroemulgator, insbesondere für grossen Massendurchsatz von zu vermischenden Fluiden. Der Mikroemulgator besteht aus mehreren übereinander angeordneten mikrostrukturierten Platten (6, 7, 8) mit zumindest zwei zueinander im Wesentlichen senkrecht verlaufenden Strömungskanälen

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 03/047736 A1



CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

zur Führung der Fluide, die an zumindest einer Mischstelle aufeinander treffen, wobei ein Hauptströmungskanal (1) vorgesehen ist, an dessen Ausgang (11) das in ihm erzeugte Fluidgemisch abgegeben wird, wobei mehrere Nebenströmkanäle (2, 3) zur Ausbildung mehrerer im Hauptströmungskanal liegender Mischstellen (4) im Wesentlichen senkrecht in den Hauptströmungskanal (1) münden, und wobei über die Einspeisung von Fluid über die Nebenströmkanäle (2, 3) in den Hauptströmungskanal im Bereich der Mischstellen (4) eine Verwirbelung der Fluide erzeugt wird.

Mikroemulgator

- 5 Die vorliegende Erfindung betrifft einen Mikroemulgator, insbesondere für großen Massendurchsatz von zu vermischenden bzw. zu emulgierenden Fluiden, bestehend aus mehreren übereinander angeordneten mikrostrukturierten Platten mit zumindest zwei zueinander im Wesentlichen senkrecht verlaufenden
- 10 Strömungskanälen zur Führung der Fluide, die an zumindest einer Mischstelle bzw. Emulgierstelle aufeinander treffen.

- In der chemischen Verfahrenstechnik besteht häufig der Bedarf, Stoffe mit unterschiedlichen Eigenschaften miteinander zu vermischen. Üblicherweise besteht die Aufgabe, verschiedene gasförmige oder flüssige Stoffe (nachfolgend allgemein als Fluide bezeichnet) zu einem Fluidgemisch mit möglichst homogener Vermischung zusammenzufügen. Hervorragende homogene Vermischungen und Emulsionen lassen sich mit
- 20 Hilfe von Mikromischern erzielen, wobei ein Nachteil darin besteht, dass die bekannten Strukturen bislang nur Flussraten in der Größenordnung von wenigen Litern je Stunde zulassen. Dies wird vor allem durch den Druckabfall innerhalb der Mikrostrukturen verursacht. Besteht der Bedarf größere Stoffströme zu verarbeiten, so gelingt dies bisher nur durch hochgradige Parallelisierung einer Vielzahl von Mikromischern, was jedoch den Nachteil einer großen Zahl von externen Schlauchanschlüssen mit sich bringt, oder durch die Verwendung von makroskopischen Mischgeräten, mit dem Nachteil einer
- 30 eingeschränkten Mischeffizienz. Die in der Makrotechnik bekannten Mischapparaturen können nicht ohne weiteres in die Mikrotechnik übertragen werden.

Aus der DE 44 16 343 A 1 ist ein statischer Mikrovermischer bekannt, der insbesondere auf die Vermischung chemisch miteinander reagierender Fluide sowie die effektive Behandlung der entstehenden bzw. benötigten Reaktionswärme ausgelegt ist. Dazu werden in dem Mikrovermischer zahlreiche  
5 feinste, extrem eng benachbarte Stromfäden erzeugt, die in einer Mischkammer an Grenzflächen zusammengeführt werden, um im begrenzten Volumen der Mischkammer eine gute Durchmischung zu erzielen. Dazu ist eine Vielzahl parallel verlaufender  
10 Nuten in mikrostrukturierte Platten eingebracht, durch welche die Fluide geführt werden müssen. Die Effizienz der Vermischung hängt generell von der Größe der Grenzflächen zwischen den beiden fluidischen Komponenten ab. Gemäß dem Gegenstand dieser früheren Patentanmeldung können diese Grenzflächen nur  
15 erhöht werden, indem die Strömungsfäden möglichst dünn ausgebildet werden, um somit eine Vielzahl von Strömungsfäden in unterschiedlichen Ebenen in die Mischkammer einzuspeisen. Die Möglichkeiten der Grenzflächenvergrößerung sind demzufolge begrenzt. Außerdem eignet sich dieser bekannte Mikrovermischer nur für einen relativ geringen Massendurchsatz, da die Durchflussmenge aufgrund der geringen Querschnitte der Nuten  
20 begrenzt ist.

In der DE 195 11 603 A 1 ist eine Vorrichtung zum Mischen  
25 kleiner Flüssigkeitsmengen beschrieben. Diese Vorrichtung ist darauf spezialisiert, sehr kleine Flüssigkeitsmengen mit hoher Effizienz zu homogenisieren. Dazu werden die flüssigkeitsführenden Kanäle in den Mikrostrukturen so angeordnet, dass mehrfach langgestreckte Grenzflächen erzeugt werden, an  
30 denen die Vermischung der Komponenten erfolgt. Für einen hohen Massendurchsatz eignet sich diese Vorrichtung ebenfalls nicht.

- Aus der DE 195 36 856 A 1 sind ein Mikromischer und ein mit diesem ausführbares Mischverfahren bekannt. Gemäß der allgemeinen Überzeugung der Fachwelt hinsichtlich der generellen Prinzipien solcher Mikromischer werden auch hier zwei
- 5 Eingangskanäle parallel zueinander geführt. Insbesondere soll erreicht werden, dass die zu mischenden Fluide so lange voneinander getrennt gehalten werden, bis ihre Strömungsgeschwindigkeit nach Betrag und Richtung im Wesentlichen übereinstimmen. Erst dann werden sie an einer Grenzfläche zur
- 10 Anlage aneinander gebracht. Insbesondere ist dafür ein spezielles Trennelement vorgesehen, welches sich bis in den Bereich des Mischpunktes erstreckt.

- Schließlich ist aus der DE 39 26 466 A 1 ein Mikroreaktor zur
- 15 Durchführung chemischer Reaktionen mit starker Wärmetönung bekannt. Dieser Mikroreaktor besteht aus mehreren übereinander liegenden Platten, in denen parallele Rillen ausgebildet sind, die als Kanäle für die Fluide fungieren. Zwischen zwei Platten, deren Rillen in parallelen Ebenen mit senkrechter
- 20 Ausrichtung zueinander verlaufen, wird eine dritte Platte angeordnet, die eine Aussparung aufweist, welche die eigentliche Mischzone bereitstellt. Aus den Rillen der beidseitig angrenzenden Platten werden Fluide in diese Mischzone eingetragen, um dort vermischt zu werden. Dieser Mikroreaktor hat
- 25 hinsichtlich der Effizienz der Mischung den Nachteil, dass die Mischzone relativ klein ist und nur von einem Nebenstrom der jeweiligen Fluide durchströmt wird. Außerdem wird das Gemisch über verschieden ausgerichtete Nuten aus der Mischzone abgetragen, so dass eine nachfolgende Bündelung des
- 30 erhaltenen Gemisches notwendig ist, wobei nicht sichergestellt werden kann, dass die beiden Teilmengen des Gemisches gleiche Mischungsverhältnisse aufweisen.

Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht somit darin, einen Mikroemulgator bzw. Mikromischer bereitzustellen, der hocheffizient arbeitet, ein vorhersehbares Mischungsergebnis liefert und insbesondere einen vergleichsweise hohen Massendurchsatz ermöglicht.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass im erfindungsgemäßen Mikroemulgator ein Hauptströmungskanal vorgesehen ist, an dessen Ausgang das in ihm erzeugte Fluidgemisch bzw. die Emulsion abgegeben wird, und dass mehrere Nebenströmkanäle zur Ausbildung mehrerer im Hauptströmungskanal liegender Mischstellen im Wesentlichen senkrecht in den Hauptströmungskanal münden, wobei über die Einspeisung von Fluid oder mehreren Fluiden über die Nebenströmkanäle in den Hauptströmungskanal im Bereich der Mischstellen eine Verwirbelung der Fluide erzeugt wird.

Der wesentliche Vorteil des erfindungsgemäßen Mikroemulgators besteht darin, dass Mikroturbulenzen für die Vermischung bzw. für das Emulgieren der Stoffe ausgenutzt werden, so dass gegenüber den weitgehend flächig wirkenden Mischprinzipien gemäß dem Stand der Technik eine deutlich höhere Mischeffizienz erreicht wird. Außerdem ist es bei dem erfindungsgemäßen Mikroemulgator nicht erforderlich, den Querschnitt der einzelnen Strömungskanäle stark zu reduzieren, so dass ein hoher Stoffdurchfluss auch bei hochviskosen Fluiden erreicht werden kann. Zum Betrieb des Mikroemulgators müssen gleichzeitig nur geringe äußere Drücke aufgebracht werden, um einen hohen Fluidstromfluss zu erreichen.

30

Es ist darauf hinzuweisen, dass auf Grund der Verwirbelungsmischung der als solches aus dem Stand der Technik bekannte Effekt der flächigen Schichtung der unterschiedlichen Fluide

nicht bestehen bleibt, sondern eine zusätzlich Vermischung auftritt, die ihrerseits zu einer Vermischung beiträgt.

- Eine vorteilhafte Ausführungsform des erfindungsgemäßen
- 5 Mikroemulgators zeichnet sich dadurch aus, dass der Hauptströmungskanal in Längsrichtung der mikrostrukturierten Platten verläuft, wobei an dessen Eingang ein erstes Fluid eingespeist wird, und dass die Nebenströmkanäle mit einem zweiten Fluid gespeist werden und direkt in den Hauptströmungskanal
- 10 münden. Bei dieser Anordnung können besonders einfache Strukturen in den Grundplatten gewählt werden, so dass sich der technologische Aufwand zur Herstellung des Mikroemulgators verringert.
- 15 Eine abgewandelte Ausführungsform des Mikroemulgators besitzt einen Hauptströmungskanal, der in Längsrichtung der mikrostrukturierten Platten verläuft, wobei ein erstes Fluid über eine Gruppe von ersten Nebenströmkanälen und ein zweites Fluid über eine Gruppe von zweiten Nebenströmkanälen in den
- 20 Hauptströmungskanal eingespeist werden. Diese Gestaltung stellt sicher, dass für die beiden Fluide innerhalb des Mikroemulgators weitgehend gleiche Strömungswiderstände herrschen, so dass eine sehr gleichmäßige Vermischung bzw. Emulgierung von im Wesentlichen gleichen Anteilen der
- 25 Ausgangsfluide hergestellt werden kann. Aufgrund dieser Besonderheiten kann gegebenenfalls in Mikrosystemen auf zusätzliche Dosierungseinrichtungen verzichtet werden. Die Parallelschaltung mehrerer Kanäle reduziert den Druckaufbau im Inneren des Mikroemulgators. Außerdem müssen bei einer
- 30 geeigneten Parallelisierung von außen nur geringe Drücke aufgebracht werden, um die Fluide durch den Mikroemulgator zu transportieren. Schließlich kann dadurch der Massendurchsatz

erhöht werden, im Vergleich zu nicht parallelisierten Strukturen.

- Bei einer nochmals abgewandelten Ausführungsform des Mikroemulgators verläuft der Hauptströmungskanal in mehreren Mäandern in den mikrostrukturierten Platten. Zum einen kann dadurch die Fläche der Platten gegebenenfalls besser genutzt werden, so dass bei gleichen Baugrößen bessere Misch- oder Emulgiererergebnisse erzielbar sind. Außerdem eröffnet dies die Möglichkeit, dass gemäß einer besonderen Weiterbildung der Erfindung vom Hauptströmungskanal Abflusskanäle ausgehen, die an einer stromabwärts gerichteten Position erneut als Nebenströmkanäle in den Hauptströmungskanal eingespeist werden. Der durch die Verwirbelung hervorgerufene Mischeffekt kann auf diese Weise vervielfacht werden.

- Es ist vorteilhaft, wenn die Nebenströmkanäle in unterschiedlichen Ebenen in den Hauptströmungskanal münden. Einerseits entstehen die Turbulenzen im Hauptströmungskanal damit in unterschiedlichen Höhen, womit eine gleichmäßigere Vermischung sichergestellt ist. Andererseits werden zusätzlich die flächigen Grenzschichten zwischen den Fluiden gleichmäßig im Hauptstrom, der im Hauptströmungskanal fließt, verteilt.

- Bei einer vorteilhaften Weiterbildung des Mikroemulgators gehen mehrere Abflusskanäle senkrecht vom Hauptströmungskanal aus. Dadurch werden am Eingang Abflusskanäle im Hauptströmungskanal weitere Verwirbelungen erzeugt, während gleichzeitig ein Teil des erzeugten Fluidgemisches aus dem Hauptströmungskanal abgezweigt wird. Die abgezweigten Gemischteile können über eine Sammelleitung zum Ausgang geführt werden oder dem Mischprozess in der bereits oben erwähnten Weise wieder zugeführt werden.



Eine weitere Verbesserung des Vermischungseffektes lässt sich durch den zusätzlichen Einbau von Schikanen im Hauptströmungskanal erreichen. Allerdings geht dies ggf. zu Lasten des Strömungswiderstandes, so dass diese Maßnahme nur bei Fluiden mit geringerer Viskosität eingesetzt werden sollte.

Der Mikroemulgator besteht vorzugsweise aus einer Bodenplatte, einer Zwischenplatte und einer Deckelplatte, in welche jeweils Mikrostrukturen eingebracht sind. Die einzelnen Platten können beispielsweise durch Bonden oder Kleben miteinander verbunden werden. Zur Herstellung der benötigten Strukturen in den Platten kommen herkömmliche Mikrostrukturierungsverfahren zum Einsatz, beispielsweise Ätzen oder Laserstrukturieren. Prinzipiell können die mikrostrukturierten Platten aus jedem Material gefertigt werden, wobei in der Mikrosystemtechnik jedoch vorzugsweise Silizium, Glas, Polymere oder Metalle eingesetzt werden.

Weitere Vorteile, Einzelheiten und Weiterbildungen ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Mikroemulgators, unter Bezugnahme auf die Zeichnung. Es zeigen:

Fig. 1 das Grundprinzip der Erzeugung von Verwirbelungen in einem erfindungsgemäßen Mikroemulgator gemäß einer ersten Ausführungsform;

Fig. 2 das Grundprinzip der Erzeugung von Verwirbelungen gemäß einer zweiten Ausführungsform des Mikroemulgators;

- Fig. 3 eine vereinfachte perspektivische Explosionsdarstellung eines Mikroemulgators, der nach dem Grundprinzip gemäß Fig. 1 arbeitet;
- 5 Fig. 4 eine vereinfachte perspektivische Explosionsdarstellung einer abgewandelten Ausführungsform des Mikroemulgators, welcher nach dem Grundprinzip gemäß Fig. 1 arbeitet;
- 10 Fig. 5 eine vereinfachte perspektivische Explosionsdarstellung einer nochmals abgewandelten Ausführungsform des Mikroemulgators, welcher nach dem Grundprinzip gemäß Fig. 2 arbeitet;
- 15 Fig. 6 eine vereinfachte Prinzipdarstellung des Verlaufs der einzelnen Strömungskanäle der Ausführungsform des Mikroemulgators gemäß Fig. 5;
- Fig. 7 eine vereinfachte Prinzipdarstellung des entstehenden  
20 Schichtaufbaus innerhalb des Fluidgemisches, welches bei einer Ausführungsform gemäß Fig. 5 vom Mikroemulgator erzeugt wird.
- 25 Fig. 1 zeigt das Grundprinzip der Erzeugung von Verwirbelungen gemäß einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Mikroemulgators. Die Funktionsweise dieses Mikroemulgators beruht darauf, dass in einem Hauptströmungskanal 1 ein Hauptstrom geführt wird, wobei die zu vermischenden Fluide über  
30 Nebenströmkanäle zum Hauptströmungskanal geführt werden. Die Nebenströmkanäle münden im Wesentlichen senkrecht in den Hauptströmungskanal, um dort Verwirbelungen entstehen zu lassen.

- Bei der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform ist eine Gruppe von ersten Nebenströmkanälen 2 vorgesehen, über welche das erste Fluid zum Hauptströmungskanal 1 geführt wird. Darüber hinaus ist eine Gruppe zweiter Nebenströmkanäle 3 ausgebildet, die auf der gegenüberliegenden Seite wiederum im wesentlichen senkrecht in den Hauptströmungskanal münden. In den zweiten Nebenströmkanälen 3 wird das zweite Fluid geführt. Im Hauptströmungskanal 1 bildet sich daraufhin das Fluidgemisch aus. An den einzelnen Mündungsstellen der Nebenströmkanäle 2, 3 entstehen aufgrund des Zusammentreffens der jeweiligen Massenströme Verwirbelungen 4, die eine Vermischung bzw. Emulgierung der verschiedenen Fluide bewirken.
- Die in der Fig. 1 eingezeichneten Pfeile verdeutlichen die Flussrichtung der einzelnen Komponenten bzw. des Fluidgemisches. Die gestrichelt eingezeichneten Pfeile sollen versinnbildlichen, dass die mehreren Nebenströmkanäle 2, 3 außerdem in unterschiedlichen Ebenen (d.h. unterschiedlichen Höhen in Bezug auf den Querschnitt des Hauptströmungskanals) in den Hauptströmungskanal 1 einmünden. Auf diese Weise werden die Verwirbelungen 4, welche die Mischstellen bilden, gleichmäßig im Querschnitt des Hauptströmungskanals verteilt.
- Bei der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform werden die zu emulgierenden bzw. zu vermischenden Fluide generell über die Nebenströmkanäle 2, 3 an die jeweilige Mischstelle herangeführt, während im Hauptströmungskanal 1 nur das Fluidgemisch zum Ausgang des Mikroemulgators transportiert wird. Bei abgewandelten Ausführungsformen kann eine Fluidkomponente auch direkt in den Hauptströmungskanal eingespeist werden, wie dies weiter unten detaillierter erläutert wird.

Fig. 2 zeigt das Grundprinzip der Fluidführung in den Kanälen des Mikroemulgators gemäß einer zweiten Ausführungsform. Wie bei der zuvor beschriebenen Ausführungsform münden die ersten Nebenströmkanäle 2 im Wesentlichen senkrecht in den Hauptströmungskanal 1, wobei die Fluide an den Mischstellen 4 verwirbelt werden. Da bei der hier verdeutlichten Ausführungsform die Gruppe der zweiten Nebenströmkanäle als solche nicht vorgesehen ist, wird die zweite Stoffkomponente unmittelbar über den Hauptströmungskanal 1 zugeführt. Zusätzlich ist eine Gruppe von Abflusskanälen 5 angeordnet, die im Wesentlichen senkrecht vom Hauptströmungskanal 1 ausgehen. Durch die Abflusskanäle 5 wird zumindest ein Teil des erzeugten Fluidgemisches aus dem Hauptströmungskanal 1 abgezweigt. Da die Abzweigung dieses Teilstromes wiederum quer zur Strömungsrichtung im Hauptströmungskanal 1 erfolgt, entstehen auch im Bereich der Abzweigung der Abflusskanäle 5 weitere Mischstellen 4, an denen eine zusätzliche Verwirbelung des Fluidgemisches erfolgt. In gleicher Weise wie bei den Nebenströmkanälen 2 können die Abflusskanäle 5 in unterschiedlichen Ebenen vom Hauptströmungskanal 1 abgehen, was durch den gestrichelten Pfeil verdeutlicht wird.

Fig. 3 zeigt eine vereinfachte perspektivische Explosionsdarstellung eines mit Hilfe von mikrostrukturierten Platten aufgebauten Mikroemulgators, bei welchem das Strömungsprinzip gemäß Fig. 1 realisiert ist. Der dargestellte Mikroemulgator besteht aus einer Deckelplatte 6, einer Zwischenplatte 7 und einer Bodenplatte 8. Beim Zusammenbau des Mikroemulgators werden die Platten 6, 7, 8 übereinander geschichtet, wie dies durch die gestrichelten Linien und die daran angebrachten Pfeile symbolisiert ist. In den Platten sind durch herkömmliche mikrotechnische Verfahren einzelne Mikrostrukturen ausgebildet, so dass nach dem Zusammenbau der Platten Hohlräume

entstehen, die die einzelnen Kanäle bilden. Die Verbindung der Platten erfolgt beispielsweise durch Bonden oder durch Kleben. Zur Volumenvergrößerung der einzelnen Kanäle sind die Strukturen auf der Oberseite der Zwischenplatte 7 und der Unterseite der Deckelplatte 6 im Wesentlichen deckungssymmetrisch hergestellt, wobei bei anderen Ausführungsformen die Struktur auch nur in einer der beiden Platten erzeugt werden kann, während die andere Platte lediglich einen planen Deckel zum Verschluss der strukturierten Kanäle bildet.

10

Bei der in der Fig. 3 gezeigten Ausführungsform erstreckt sich der Hauptströmungskanal 1 jeweils in Längsrichtung der Deckelplatte und der Zwischenplatte. Ein erstes Fluid wird über einen ersten Versorgungskanal 9 in den Mikroemulgator eingespeist und von diesem ausgehend an mehrere erste Nebenströmkanäle 2 verteilt. Über die Vielzahl der ersten Nebenströmkanäle 2 wird das erste Fluid in den Hauptströmungskanal 1 eingepumpt, wobei der dem ersten Fluid entgegengesetzte Strömungswiderstand aufgrund der großen Anzahl der ersten Nebenströmkanäle 2 relativ klein gehalten werden kann, obwohl der Strömungsquerschnitt der einzelnen Nebenströmkanäle kleiner ist als der des Hauptströmungskanals 1.

Ein zweites Fluid wird über einen zweiten Versorgungskanal 10 in den Mikroemulgator gepumpt. Der zweite Versorgungskanal 10 verläuft im dargestellten Beispiel zuerst in der Bodenplatte 8 und gelangt dann über eine Durchbruch in der Zwischenplatte 7 in die Fortsetzung des zweiten Versorgungskanals 10 in einer Mikrostruktur der Zwischenplatte 7. Der zweite Versorgungskanal 10 speist seinerseits eine Gruppe aus mehreren zweiten Nebenströmkanälen 3, über welche das zweite Fluid in den Hauptströmungskanal 1 geführt wird. Ein Vorteil dieser Gestaltung besteht darin, dass die dem ersten und dem zweiten

Fluid entgegengesetzten Strömungswiderstände im Wesentlichen identisch sind. Das im Hauptströmungskanal 1 erzeugte Fluidgemisch wird an einem Ausgang 11 abgegeben.

- 5 Fig. 4 zeigt eine vereinfachte perspektivische Explosionsdarstellung einer abgewandelten Ausführungsform des Mikroemulgators, bei welcher die Kanalprinzipien gemäß den Fig.n 1 und 2 kombiniert wurden. Das erste Fluid wird wiederum über den ersten Versorgungskanal 9 zugeführt. Gleichzeitig erfolgt die
- 10 Zuführung des zweiten Fluids über den zweiten Versorgungskanal 10, wie dies durch den eingezeichneten Pfeil verdeutlicht ist. Am Anfang des Hauptströmungskanals 1 besitzt dieser einen Perforationsbereich 12, über welchen das zweite Fluid in den Hauptströmungskanal eindringt. Es sind sowohl Neben-
- 15 strömkanäle als auch Abflusskanäle vorgesehen, die jeweils mit dem Hauptströmungskanal in Verbindung stehen. Zur besseren Vermischung sind außerdem im Hauptströmungskanal 1 mehrere Schikanen 13 angeordnet, die den Hauptströmungskanal in mehrere Abschnitte unterteilen. Die in Fig. 4 eingezeichneten Pfeile verdeutlichen den sich ergebenden Verlauf der
- 20 Fluide bzw. des Fluidgemisches. Im oberen Abschnitt strömen die Fluide über Nebenströmkanäle in den Hauptströmungskanal ein. Daran schließt sich ein Abschnitt an, in welchem aufgrund der dynamischen Druckverhältnisse das Fluidgemisch
- 25 über Abflusskanäle ausströmt, um daraufhin in dem folgenden Abschnitt über weitere Nebenströmkanäle erneut in den Hauptströmungskanal zu gelangen. Diese Kaskade könnte bei abgewandelten Ausführungsformen noch fortgesetzt werden, um eine weitere Verwirbelung zu erreichen. Die Abgabe des erzeugten
- 30 Gemisches erfolgt wiederum am Ausgang 11.

Eine abgewandelte Ausführungsform des Mikroemulgators ist in einer vereinfachten perspektivischen Explosionsansicht in

Fig. 5 gezeigt. Diese Ausführungsform arbeitet nach dem Strömungsprinzip, welches in Fig. 2 dargestellt wurde. Die Zuführung des ersten Fluids erfolgt über den ersten Versorgungskanal 9. Das zweite Fluid wird über den zweiten Versorgungskanal 10 in den Mikroemulgator eingeführt. Am Anfang der Misch- bzw. Emulgierstrecke ist ein parallelisiertes Kanalsystem 14 angeordnet, um die zu mischenden Fluidströme in den Hauptströmungskanal 1 einzubringen. Der Hauptströmungskanal 1 ist bei dieser Ausführungsform in mehreren Mäandern durch die Zwischenplatte 7 bzw. die Deckelplatte 6 geführt. An jedem quer zur Längserstreckung der Platten verlaufenden Abschnitt des Hauptströmungskanals 1 werden die ersten Nebenströmkanäle 2 und die zweiten Nebenströmkanäle 3 in den Hauptströmungskanal eingekoppelt. Gleichzeitig werden auf der gegenüberliegenden Seite des entsprechenden Hauptströmungskanalabschnitts über die Abflussskanäle 5 Teilströme des Gemisches ausgekoppelt. Die Abflussskanäle werden bei dieser Ausführungsform an dem nächsten parallel verlaufenden Hauptströmungskanalabschnitt (stromabwärts) wieder als Nebenströmkanäle in den Hauptströmungskanal 1 eingeführt. Auf diese Weise kommt es zu einer mehrfachen Vermischung, wodurch die Mischeffizienz gesteigert wird. Der Einfachheit halber sind die Mischabschnitte im mittleren Bereich der Zwischen- und Deckelplatte nicht eingezeichnet. Am Ausgang 11 wird das hergestellte Fluidgemisch abgegeben.

Zur besseren Verdeutlichung der Anordnung der Nebenströmkanäle und des Zusammenwirkens mit den Abflussskanälen zeigt Fig. 6 eine Prinzipdarstellung der Anordnung der einzelnen Kanalabschnitte, wie sie bei einem Mikroemulgator gemäß Fig. 5 genutzt wird. Es ist zu erkennen, dass anfangs über die ersten Nebenströmkanäle 2 und die zweiten Nebenströmkanäle 3 die Ausgangssubstanzen in den Hauptströmungskanal 1 einge-

- speist werden. Die einzelnen Nebenströmkanäle 2, 3 werden in unterschiedlichen Ebenen geführt, so dass sie in verschiedenen Höhen in den Hauptströmungskanal 1 münden. Um die in Längsrichtung des Hauptströmungskanals verlaufende Strömung des Fluidgemisches zu gewährleisten, sind die quer verlaufenden Abschnitte jeweils über Verbindungskanäle 15 miteinander verbunden, so dass das in Fig. 5 dargestellte Mäandermuster entsteht.
- 10 Auf der den Nebenströmkanälen 2, 3 gegenüberliegenden Seite des Hauptströmungskanals zweigen mehrere Abflusskanäle 5 ab. Die Abflusskanäle sind vorzugsweise so gestaltet, dass die gesamte Höhe des Hauptströmungskanals für die Abzweigung ausgenutzt wird. Im weiteren verengen sich die Querschnitte
- 15 der Abflusskanäle 5 jedoch, so dass sie beispielsweise mit dem üblichen Querschnitt eines Nebenströmkanals erneut in den gegenüberliegenden Abschnitt des Hauptströmungskanals in diesen einmünden. Zur besseren Verteilung der Verwirbelungen erfolgt diese Einmündung wiederum in unterschiedlichen Ebenen. Entlang der gesamten Erstreckung des Hauptströmungskanals sind damit zahlreiche Mischstellen vorhanden, an denen eine Verwirbelung der einzelnen Strömungsanteile erfolgt. Obwohl prinzipiell zunächst zwischen den einzelnen Strömungsteilen Grenzschichten entstehen können, die die
- 20 Vermischung begünstigen, wie dies vom Stand der Technik bekannt ist, werden diese Schichtungen aber durch die Mikroturbulenzen sofort aufgebrochen und die einzelnen Strömungsteile in ungeordneter (chaotischer) Form im Hauptstrom verteilt, wodurch der Mischeffekt deutlich gegenüber dem
- 30 reinen Schichtungsprinzip gesteigert werden kann.

Fig. 7 zeigt schematisch die Entstehung der möglichen Schichtungen im Fluidgemisch und die Anzahl der entstehenden Grenz-



flächen. Das in Fig. 7 dargestellte Schema entspricht den Mischungsverhältnissen, wie sie bei einem Aufbau entsprechend Fig. 5 im Hauptströmungskanal bzw. in den Abfluss-/Nebenströmkanälen entstehen. Nach der Einspeisung der beiden unterschiedlichen Fluide über den ersten Nebenströmkanal 2 und den zweiten Nebenströmkanal 3 liegt im Hauptströmungskanal 1 an der Position A ein Gemisch vor, das eine Grenzschicht aufweisen könnte. Dieses Gemisch wird teilweise in die Abflusskanäle 5 geleitet und gelangt von dort erneut in den Hauptströmungskanal 1. An der Position B könnten daher bereits 3 flächige Grenzflächen im Fluidgemisch ausgebildet sein. In der nächsten Stufe werden wieder Teile dieses Gemisches über weitere Abflusskanäle 5 abgeleitet und anschließend dem Hauptströmungskanal 1 erneut zugeführt. Damit liegt an der Position C bereits ein Fluidgemisch mit theoretisch sieben Grenzflächen vor. In entsprechender Weise kann die Vermischung in nachfolgenden Stufen fortgesetzt werden. Die flächige Vermischung wird jedoch unterbrochen durch die Verwirbelung, die an jeder Einmündung bzw. Abzweigung von Nebenströmkanälen bzw. Abflusskanälen entsteht.

Weitere Abwandlungen können vorgenommen werden, wobei erfindungsgemäß darauf zu achten ist, dass die Nebenströmkanäle im Wesentlichen senkrecht in den Hauptströmungskanal eingeführt werden, um die gewünschten Verwirbelungsstellen auszubilden. Wie bereits einleitend erwähnt wurde, können die mikrostrukturierten Platten aus verschiedenen Materialien hergestellt werden, die sich generell für den Einsatz in der Mikrosystemtechnik eignen.

**Bezugszeichenliste**

- |    |    |                              |
|----|----|------------------------------|
|    | 1  | Hauptströmungskanal          |
|    | 2  | erste Nebenströmkanäle       |
| 5  | 3  | zweite Nebenströmkanäle      |
|    | 4  | Verwirbelung/Mischstellen    |
|    | 5  | Abflussskanäle               |
|    | 6  | Deckelplatte                 |
|    | 7  | Zwischenplatte               |
| 10 | 8  | Bodenplatte                  |
|    | 9  | erster Versorgungskanal      |
|    | 10 | zweiter Versorgungskanal     |
|    | 11 | Ausgang                      |
|    | 12 | Perforation                  |
| 15 | 13 | Schikanen                    |
|    | 14 | parallelisiertes Kanalsystem |
|    | 15 | Verbindungskanäle            |

Patentansprüche

1. Mikroemulgator, insbesondere für großen Massendurchsatz von zu vermischenden Fluiden, bestehend aus mehreren übereinander angeordneten mikrostrukturierten Platten (6, 7, 8) mit zumindest zwei zueinander im Wesentlichen senkrecht verlaufenden Strömungskanälen zur Führung der Fluide, die an zumindest einer Mischstelle aufeinander treffen, dadurch gekennzeichnet, dass ein Hauptströmungskanal (1) vorgesehen ist, an dessen Ausgang (11) das in ihm erzeugte Fluidgemisch abgegeben wird, und dass mehrere Nebenströmkanäle (2, 3) zur Ausbildung mehrerer im Hauptströmungskanal liegender Mischstellen (4) im Wesentlichen senkrecht in den Hauptströmungskanal (1) münden, wobei über die Einspeisung von Fluid über die Nebenströmkanäle (2, 3) in den Hauptströmungskanal im Bereich der Mischstellen (4) eine Verwirbelung der Fluide erzeugt wird.
2. Mikroemulgator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Hauptströmungskanal (1) in Längsrichtung der mikrostrukturierten Platten verläuft, wobei an dessen Eingang ein erstes Fluid eingespeist wird, und dass die Nebenströmkanäle (3) mit einem zweiten Fluid gespeist werden und direkt in den Hauptströmungskanal (1) münden.
3. Mikroemulgator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Hauptströmungskanal (1) in Längsrichtung der mikrostrukturierten Platten verläuft, und dass ein erstes Fluid über eine Gruppe von ersten Nebenströmkanälen (2) und ein zweites Fluid über eine Gruppe von zweiten Nebenströmkanälen (3) in den Hauptströmungskanal (1) eingespeist werden.

4. Mikroemulgator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Hauptströmungskanal (1) in mehreren Mäandern in den mikrostrukturierten Platten (6, 7) verläuft.
- 5 5. Mikroemulgator nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass eine Vielzahl von Nebenströmkanälen (2, 3) in unterschiedlichen Ebenen in den Hauptströmungskanal (1) münden.
- 10 6. Mikroemulgator nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Nebenströmkanäle (2, 3) durch gemeinsame Versorgungskanäle (9, 10) gespeist werden, die in Längsrichtung der mikrostrukturierten Platten (6, 7, 8) verlaufen.
- 15 7. Mikroemulgator nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass weiterhin mehrere Abflusskanäle (5) senkrecht vom Hauptströmungskanal ausgehen, um weitere Verwirbelungen (4) am Eingang der Abflusskanäle im Hauptströmungskanal (1) zu erzeugen und einen Teil des erzeugten Fluidgemisches aus dem Hauptströmungskanal (1) abzu-
- 20 zweigen.
- 25 8. Mikroemulgator nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest einige der Abflusskanäle (5) an einer stromabwärts gerichteten Position wieder in den Hauptströmungskanal (1) als Nebenströmkanäle eingespeist werden.

9. Mikroemulgator nach Anspruch 8, soweit dieser auf Anspruch 4 rückbezogen ist, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Abfluss-/Nebenströmkanäle zwischen parallel verlaufenden Abschnitten des Hauptströmungskanals (1) erstrecken, wobei
- 5 sich der Querschnitt jedes einzelnen Abfluss-/Nebenströmkanals in Strömungsrichtung etwa um die Hälfte verringert.
10. Mikroemulgator nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Querschnitte der Nebenströmkanäle (2, 3) und der Abflusskanäle (5) deutlich kleiner als der Querschnitt des Hauptströmungskanals (1) sind.
- 15 11. Mikroemulgator nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass in den Hauptströmungskanal (1) zusätzliche Schikanen (13) eingebracht sind, die eine weitere Verwirbelung des Fluidgemisches bewirken und/oder den Hauptströmungskanal (1) in mehrere Abschnitte unterteilen.
- 20 12. Mikroemulgator nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass er aus einer Bodenplatte (8), einer Zwischenplatte (7) und einer Deckelplatte (6) besteht, in welche Mikrostrukturen eingebracht sind und die miteinander dicht verbunden sind.
- 25 13. Mikroemulgator nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die mikrostrukturierten Platten (6, 7, 8) untereinander gebondet oder verklebt sind.

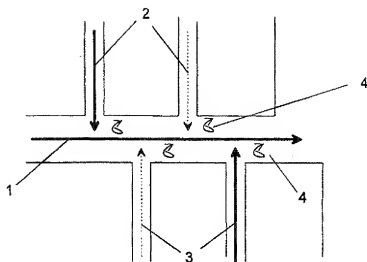


Fig. 1

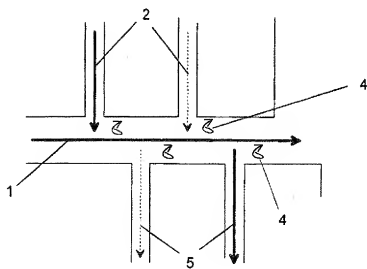


Fig. 2

Fig. 3

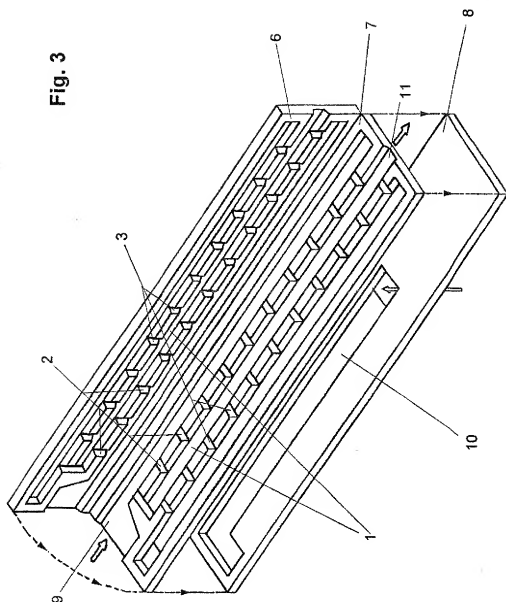


Fig. 4

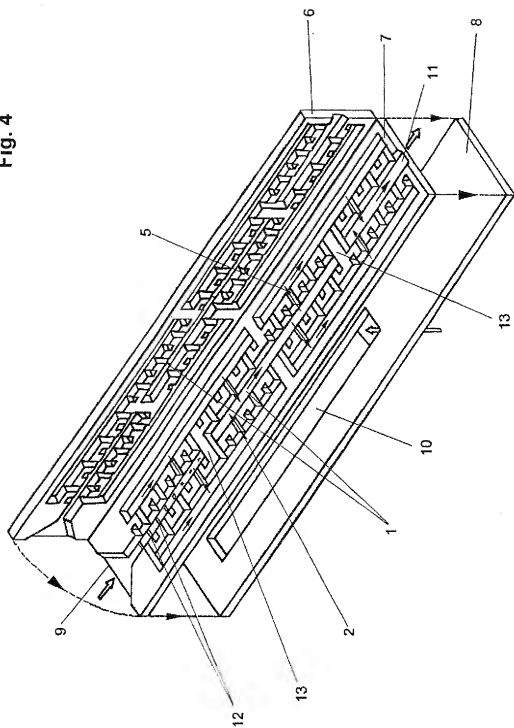
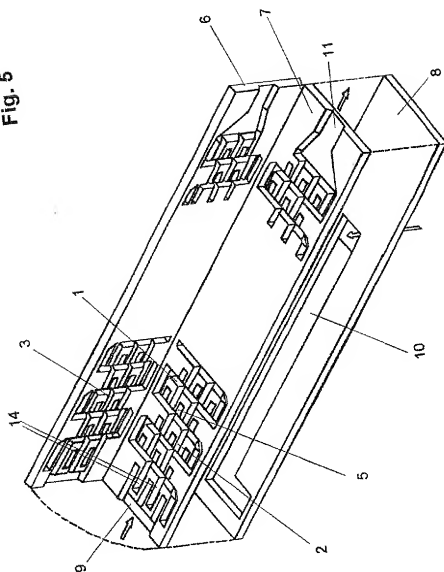




Fig. 5



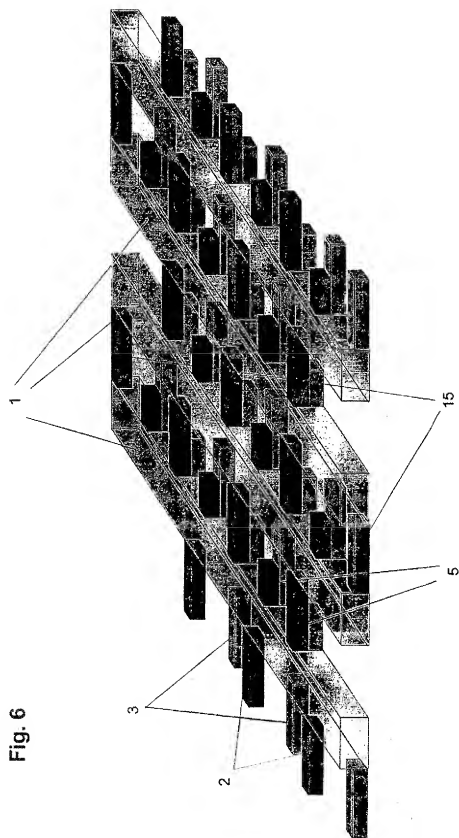
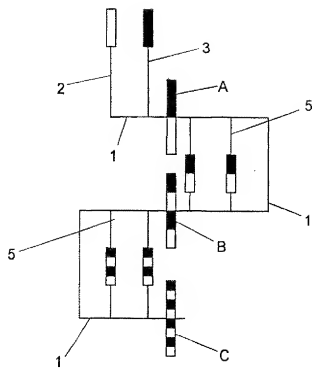


Fig. 7



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.  
PCT/EP 02/13854

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B01F13/00 B01F5/04 B01F5/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B01F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	DE 199 49 551 A (AGILENT TECHNOLOGIES INC) 3 May 2001 (2001-05-03) page 4, line 41 - line 67 page 5, line 14 - line 23 figures 1.2 -----	1-4, 7, 12, 13 5, 6, 8-11
X A	US 6 136 272 A (WEIGL BERNHARD ET AL) 24 October 2000 (2000-10-24) column 2, line 23 - line 35  column 2, line 56 - column 3, line 9 column 3, line 37 - line 44 column 18, line 8 - line 36 figures 8A, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17 ----- -/-	1-3, 5, 7, 10, 12, 13 4, 6, 8, 9, 11

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another claim or other specific search (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

\*A\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 March 2003

Date of mailing of the international search report

02/04/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patenlinen 2  
NL - 2220 HV Rijswijk  
Tel: (+31-70) 340-2940 Tx: 31 651 epo nl  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Real Cabrera, R

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 International Application No.  
 PCT/EP 02/13854

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim no.
X A	US 5 921 678 A (DESAI AMISH ET AL) 13 July 1999 (1999-07-13)  column 2, line 35 - line 44 column 3, line 41 -column 4, line 2 column 4, line 16 - line 34 column 5, line 35 - line 47 figures 1,2,3A-3C,4,5A -----	1-4,7, 11-13 5,6,8-10
X A	US 6 171 865 B1 (HOLL MARK R ET AL) 9 January 2001 (2001-01-09) column 24, line 64 -column 35, line 34  figures 1,3 -----	1-3,7, 10,12,13 4-6,8,9, 11
X A	DE 197 57 224 A (BAYER AG) 1 July 1999 (1999-07-01) figure 4 -----	1-3,7, 12,13 4-6,8-11
X   A	SIBYLLE D MÜLLER; IVO F SBALZARINI; JENS H WALTHER; PETROS D KOUMOUTSAKOS: "Evolution strategies for the optimization of microdevices" PROCEEDINGS OF THE CONGRESS ON EVOLUTIONARY COMPUTATION (CEC 2001), vol. 1, 27 May 2001 (2001-05-27), pages 302-309, XP001149801 page 308 -page 309 -----	1-3,7, 10,12,13         4-6,8,9, 11

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.  
PCT/EP 02/13854

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19949551	A	03-05-2001	DE 19949551 A1	03-05-2001
			US 6495016 B1	17-12-2002
US 6136272	A	24-10-2000	NONE	
US 5921678	A	13-07-1999	AU 6152498 A	25-08-1998
			EP 1030733 A1	30-08-2000
			WO 9833585 A1	06-08-1998
US 6171865	B1	09-01-2001	US 5948684 A	07-09-1999
			US 5716852 A	10-02-1998
			US 5972710 A	26-10-1999
			AU 5450498 A	16-02-1999
			EP 1002227 A1	24-05-2000
			JP 2001511520 T	14-08-2001
			WO 9905512 A1	04-02-1999
			AU 3877797 A	07-11-1997
			EP 0890094 A1	13-01-1999
			JP 2001504936 T	10-04-2001
			WO 9739338 A1	23-10-1997
			US 6454945 B1	24-09-2002
DE 19757224	A	01-07-1999	DE 19757224 A1	01-07-1999
			AU 2269499 A	12-07-1999
			WO 9932175 A1	01-07-1999
			EP 1045709 A1	25-10-2000
			JP 2001526094 T	18-12-2001

## PCT/EP 02/13854

Formblatt PCT/SA/210 (Blatt 2) (Juli 1993)

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/13854

C.4(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X A	US 5 921 678 A (DESAI AMISH ET AL) 13. Juli 1999 (1999-07-13)  Spalte 2, Zeile 35 - Zeile 44 Spalte 3, Zeile 41 - Spalte 4, Zeile 2 Spalte 4, Zeile 16 - Zeile 34 Spalte 5, Zeile 35 - Zeile 47 Abbildungen 1,2,3A-3C,4,5A ---	1-4,7, 11-13 5,6,8-10
X A	US 6 171 865 B1 (HOLL MARK R ET AL) 9. Januar 2001 (2001-01-09) Spalte 24, Zeile 64 - Spalte 35, Zeile 34  Abbildungen 1,3 ---	1-3,7, 10,12,13 4-6,8,9, 11
X A	DE 197 57 224 A (BAYER AG) 1. Juli 1999 (1999-07-01) Abbildung 4 ---	1-3,7, 12,13 4-6,8-11
X  A	SIBYLLE D MÜLLER; IVO F SBALZARINI; JENS H WALTHER; PETROS D KOUMOUTSAKOS: "Evolution strategies for the optimization of microdevices" PROCEEDINGS OF THE CONGRESS ON EVOLUTIONARY COMPUTATION (CEC 2001), Bd. 1, 27. Mai 2001 (2001-05-27), Seiten 302-309, XP001149801 Seite 308 -Seite 309  -----	1-3,7, 10,12,13      4-6,8,9, 11



## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationale Aktenzeichen

PCT/EP 02/13854

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument:		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19949551	A	03-05-2001	DE	19949551 A1	03-05-2001
			US	6495016 B1	17-12-2002
US 6136272	A	24-10-2000	KEINE		
US 5921678	A	13-07-1999	AU	6152498 A	25-08-1998
			EP	1030733 A1	30-08-2000
			WO	9833585 A1	06-08-1998
US 6171865	B1	09-01-2001	US	5948684 A	07-09-1999
			US	5716852 A	10-02-1998
			US	5972710 A	26-10-1999
			AU	5450498 A	16-02-1999
			EP	1002227 A1	24-05-2000
			JP	2001511520 T	14-08-2001
			WO	9905512 A1	04-02-1999
			AU	3877797 A	07-11-1997
			EP	0890094 A1	13-01-1999
			JP	2001504936 T	10-04-2001
			WO	9739338 A1	23-10-1997
			US	6454945 B1	24-09-2002
DE 19757224	A	01-07-1999	DE	19757224 A1	01-07-1999
			AU	2269499 A	12-07-1999
			WO	9932175 A1	01-07-1999
			EP	1045709 A1	25-10-2000
			JP	2001526094 T	18-12-2001